

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2001-052176

(43)Date of publication of application : 23.02.2001

(51)Int.Cl.

G06T 7/00

G06T 7/60

(21)Application number : 11-225574

(71)Applicant : ATR MEDIA INTEGRATION &  
COMMUNICATIONS RES LAB

(22)Date of filing : 09.08.1999

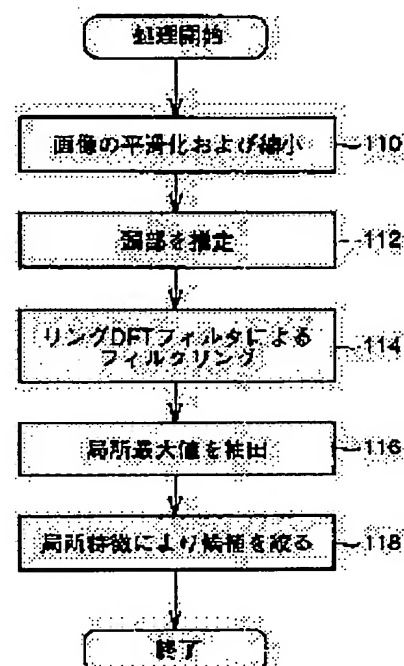
(72)Inventor : KAWATO SHINJIRO

(54) METHOD AND DEVICE FOR EXTRACTING FEATURE POINT OF IMAGE AND COMPUTER READABLE RECORDING MEDIUM RECORDING PROGRAM FOR COMPUTER TO EXECUTE THE METHOD

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device and a method for extracting feature point of image with which feature information required for image recognition can be provided without being affected by the tendency and rotation of an entire image so much.

SOLUTION: This method for extracting the feature point of the image comprises a step 110 for preparing the digital data of the feature values of each pixel inside an object image area, a step 114 for finding the spectrum power of a specified frequency component (especially the component of a frequency 2) shown by the distribution curve of feature values on a predetermined closed curve (especially a circle) surrounding a relevant pixel in respect of each of the pixels inside the object area and steps 116 and 118 for extracting a pixel showing the locally maximum relative quantity of the specified frequency component inside the object image area as the feature point of the object image area.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 18.08.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3401511

[Date of registration] 21.02.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-52176

(P2001-52176A)

(43) 公開日 平成13年2月23日 (2001.2.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テーマード(参考)

G 0 6 T 7/00  
7/60

G 0 6 F 15/70

3 3 0 F 5 L 0 9 6  
3 5 0 B 9 A 0 0 1

審査請求 有 請求項の数18 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願平11-225574  
(22) 出願日 平成11年8月9日 (1999.8.9)

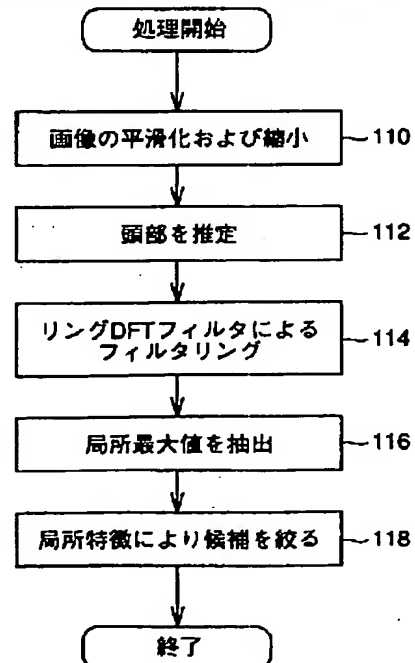
(71) 出願人 595147700  
株式会社エィ・ティ・アール知能映像通信  
研究所  
京都府相楽郡精華町光台二丁目2番地2  
(72) 発明者 川戸 慎二郎  
京都府相楽郡精華町大字乾谷小字三平谷5  
番地 株式会社エィ・ティ・アール知能映  
像通信研究所内  
(74) 代理人 100064746  
弁理士 深見 久郎 (外2名)  
Fターム(参考) 5L096 AA06 BA18 DA02 EA03 EA06  
FA14 FA23 FA31 FA39 FA62  
FA69 GA51 GA55  
9A001 HZ23 JJ23 JJ71

(54) 【発明の名称】 画像の特徴点の抽出方法、およびコンピュータに当該画像の特徴点の抽出方法を実行させるためのプログラム記録した、コンピュータ読取可能な記録媒体ならびに画像特徴点抽出装置

(57) 【要約】

【課題】 画像全体の傾向および回転にあまり影響を受けずに画像認識に必要な特徴情報が得られる画像特徴点抽出装置および方法を提供する。

【解決手段】 画像の特徴点の抽出方法は、対象となる画像領域内の各画素の特徴値のデジタルデータを準備するステップ110と、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線（特に円）上の特徴値の分布曲線が示す特定の周波数成分（特に周波数2の成分）のスペクトルパワーを求めるステップ114と、対象となる画像領域内で、特定の周波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を対象となる画像領域の特徴点として抽出するステップ116、118を含む。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、  
前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、  
当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の前記画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求めるステップと、

前記対象となる画像領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記対象となる画像領域の特徴点として抽出するステップとを含む、画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 2】 前記閉曲線は、前記画素を中心とし、前記画像領域の大きさに応じて定められる半径を持つ円である、請求項 1 に記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 3】 前記特定の波数成分の相対的な量を求めるステップは、前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、当該画素を囲む前記閉曲線上の各前記画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより前記特定の波数成分の相対的な量を求めるステップを含む、請求項 1 または請求項 2 に記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 4】 前記特定の波数成分は波数 2 の成分である、請求項 1 ～請求項 3 のいずれかに記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 5】 さらに、特徴点として抽出するステップによって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む前記閉曲線上の各前記画素の値の分布曲線の、波数 1 の成分のスペクトルパワーと波数 2 の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値より小さいもののみの特徴点として選択するステップを含む、請求項 4 に記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 6】 前記画像領域は、人間の顔領域であり、前記各画素の値は前記各画素の明度であり、前記画像領域の特徴点として抽出するステップは、前記顔領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記顔領域内の眉間を表す点として抽出するステップを含む、請求項 1 ～請求項 5 のいずれかに記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 7】 コンピュータに、対象となる画像領域内の特徴点を抽出する方法を実行させるためのプログラムを記録した、コンピュータ読取可能な記録媒体であって、前記プログラムは、  
対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備する処理を行うプログラム部分と、  
前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、  
当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の前記画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分と、  
前記対象となる画像領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記対象となる画

像領域の特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分とを含む、コンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 8】 前記閉曲線は、前記画素を中心とし、前記画像領域の大きさに応じて定められる半径を持つ円である、請求項 7 に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 9】 前記特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分は、前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、当該画素を囲む前記閉曲線上の各前記画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより前記特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分を含む、請求項 7 または請求項 8 に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 10】 前記特定の波数成分は波数 2 の成分である、請求項 7 ～請求項 9 のいずれかに記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 11】 前記プログラムはさらに、特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分によって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む前記閉曲線上の各前記画素の値の分布曲線の、波数 1 の成分のスペクトルパワーと波数 2 の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値より小さいもののみの特徴点として選択する処理を行うプログラム部分を含む、請求項 10 に記載のコンピュータ読取可能な記録媒体。

【請求項 12】 前記画像領域は、人間の顔領域であり、前記各画素の値は前記各画素の明度であり、前記画像領域の特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分は、前記顔領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記顔領域内の眉間を表す点として抽出する処理を行うプログラム部分を含む、請求項 7 ～請求項 11 のいずれかに記載の画像の特徴点の抽出方法。

【請求項 13】 対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するための手段と、  
前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、  
当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段と、

前記対象となる画像領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記対象となる画像領域の特徴点として抽出するための手段とを含む、画像特徴点抽出装置。

【請求項 14】 前記閉曲線は、前記画素を中心とし、前記画像領域の大きさに応じて定められる半径を持つ円である、請求項 13 に記載の画像特徴点抽出装置。

【請求項 15】 前記特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段は、前記対象となる画像領域内の前記画素の各々に対して、当該画素を囲む前記閉曲線上の各前

記画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより前記特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段を含む、請求項 13 または請求項 14 に記載の画像特徴点抽出装置。

【請求項 16】 前記特定の波数成分は波数 2 の成分である、請求項 13～請求項 15 のいずれかに記載の画像特徴点抽出装置。

【請求項 17】 さらに、特徴点として抽出するための手段によって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む前記閉曲線上の各前記画素の値の分布曲線の、波数 1 の成分のスペクトルパワーと波数 2 の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値より小さいもののみを特徴点として選択するための手段を含む、請求項 16 に記載の画像特徴点抽出装置。

【請求項 18】 前記画像領域は、人間の顔領域であり、

前記各画素の値は前記各画素の明度であり、前記画像領域の特徴点として抽出するための手段は、前記顔領域内で、前記特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を前記顔領域内の眉間を表す点として抽出するための手段を含む、請求項 13～請求項 17 のいずれかに記載の画像特徴点抽出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はカメラ等からの画像を処理する画像処理に関し、特に、画像中の人物の顔等の特徴点を抽出するための画像認識の分野に関する。

【0002】

【従来の技術】通信により、遠隔地にいる複数の人間で会議を行う TV 会議システムが実用化されている。しかしこれらシステムにおいて、映像そのものを送ると通信データ量が增大するという問題点がある。そのために、たとえば対象となる人物の視線、顔の向き、表情等に関する特徴データを各地で抽出し、抽出したデータのみを互いに送信する技術が研究されている。受信側では、このデータに基づいて仮想的な人物の顔面の画像を生成して表示する。これにより、通信データ量を削減しながら、TV 会議を効率良く行える。

【0003】また、たとえば放送を用いた教育システムでは、講師が各地にいる受講者の反応を見ながら講義をすすめて行くことが望ましい。この場合にも各地の映像を講師の講義している場所に送信すると通信データ量が增多する。そもそも、受講者が多数になると全受講者の映像を送ることは実際のではなく、なんらかの方法で各受講者の反応を各地で抽出し、その反応を示す情報のみを講師に送信し、講師に対しては抽象的な「受講者の集合の反応」という形で提示する方が好ましい。

【0004】こうした処理を実現するためには、人物の顔画像からその表情、姿勢、視線方向等を認識することが必要である。そのためには、顔の位置を特定し、さら

に人物の表情の変化が顕著にあらわれる目、鼻、口等の顔部品、特に目の位置を検出する必要がある。

【0005】現在のところ、人物の顔全体の位置を映像から特定し追跡する技術としては、映像のカラー情報を利用して肌色を検出・追跡する方法が提案されている。またより簡単な方法として、映像の背景の動きが少なく人物のみが動くものと仮定して、映像のフレーム間差分により顔の領域を検出する方法がある。

【0006】こうして顔全体の概略位置が検出された後に、目を検出するための技術としては、顔の領域内の画像の明暗の分布とあらかじめ準備されたテンプレートとのマッチングを用いるもの、顔領域の画像の縦方向、横方向への投影処理により顔部品の位置を見つけるものが提案されている。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかし、テンプレートマッチングを用いるものでは、精度よい検出を行おうとすると多数のテンプレートを準備する必要がある。そのために多くの記憶容量を必要とするのみでなく、マッチングのための処理時間も長くなり、実時間での処理には向かないという問題点がある。また、テンプレートマッチングではたとえば顔を傾けた場合、すなわち水平軸周りにやや回転した場合の顔部品を精度よく検出するためには、その回転に対応したテンプレートを用意する必要がある。回転角度が異なれば別のテンプレートを用意する必要があるため、これによってますますテンプレートの数が増大し処理時間が遅くなる。こうした問題はやや横を向いた顔の顔部品の位置の検出においても同様に生ずる。また画像の全体的な明るさが変動したときの検出に対しても対応しようとするれば、そのための新たなテンプレートを準備する必要がある。

【0008】また、こうした問題は顔部品の位置の検出のみに固有の問題ではなく、たとえば製造、流通段階における管理のための各種工業製品の種類の、外観画像からの認識、移動する物体に付された特定のマークの認識等においても同様に生じ得る。

【0009】それゆえに本発明の目的は、画像全体の傾向にあまり影響を受けずに画像認識に必要な特徴情報が得られる画像特徴点抽出装置、そのための方法および当該方法をコンピュータを用いて実現するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することである。

【0010】この発明の他の目的は、画像全体の傾向および画像の回転にあまり影響を受けずに表情認識に必要な顔部品の位置の検出が行える画像特徴点抽出装置、そのための方法および当該方法をコンピュータを用いて実現するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することである。

【0011】この発明のさらに他の目的は、画像全体の傾向および画像の回転にあまり影響を受けずに、顔画像から、目を特定するための情報の抽出が行える画像特徴

点抽出装置、そのための方法および当該方法をコンピュータを用いて実現するためのプログラムを記録した記録媒体を提供することである。

#### 【0012】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明にかかる画像の特徴点の抽出方法は、対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するステップと、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求めるステップと、対象となる画像領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を対象となる画像領域の特徴点として抽出するステップとを含む。

【0013】閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量にしたがって特徴点を抽出するので、画素の値の全体的な値の傾向にかかわらず、特徴点を抽出できる。

【0014】請求項2に記載の発明にかかる画像の特徴点の抽出方法は、請求項1に記載の発明の構成に加えて、閉曲線は、画素を中心とし、画像領域の大きさに応じて定められる半径を持つ円である。

【0015】円周上の画素の値の分布の波数成分は回転不変な量である。したがって、請求項1に記載の発明の効果に加えて、対象となる画像が回転していても特徴点の抽出を行うことができる。

【0016】請求項3に記載の発明にかかる画像の特徴点の抽出方法は、請求項1または請求項2に記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分の相対的な量を求めるステップは、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲む閉曲線上の各画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより特定の波数成分の相対的な量を求めるステップを含む。

【0017】離散フーリエ変換という、効率的な演算を行うことにより波数成分の相対的な量を求めることができる。したがって、請求項1または請求項2に記載の発明の効果に加えて、高速かつ効率的に特徴点を抽出できる。

【0018】請求項4に記載の発明にかかる画像の特徴点の抽出方法は、請求項1～請求項3のいずれかに記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分は波数2の成分である。

【0019】ある特徴点の周囲に、たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが生じるような画素の値の分布がある場合には、波数2の成分の相対的な量が多くなり、周囲との比較ではその特徴点は確実に局所最大値を示す。したがって、請求項1～請求項3のいずれかに記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点を確実に抽出することができる。

【0020】請求項5に記載の発明にかかる画像の特徴

点の抽出方法は、請求項4に記載の発明の構成に加えてさらに、特徴点として抽出するステップによって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む閉曲線上の各画素の値の分布曲線の、波数1の成分のスペクトルパワーと波数2の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値より小さいもののみを特徴点として選択するステップを含む。

【0021】たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが生じるような画素の値の分布がある場合には、その周上での画素の値の分布が理想的に正弦カーブに近ければ近いほど、波数1の成分の相対的な量は小さくなり、波数2の成分の相対的な量は大きくなる。したがってその比が所定のしきい値よりも小さいほど、その点が上記した特徴を持つ特徴点である可能性が高い。したがって、請求項4に記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点をより確実に抽出することができる。

【0022】請求項6に記載の発明にかかる画像の特徴点の抽出方法は、請求項1～請求項5のいずれかに記載の発明の構成に加えて、画像領域は、人間の顔領域であり、各画素の値は各画素の明度であり、画像領域の特徴点として抽出するステップは、顔領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を顔領域内の眉間を表す点として抽出するステップを含む。

【0023】人間の顔領域では、たとえば眉間のように周囲に明、暗の繰返しが生じる回数表れる部分がある。したがって、請求項1～請求項5に記載の発明の効果に加えて、人間の顔面の特徴点を、その周囲の画素の値の分布の波数成分に基づいて抽出できる。

【0024】請求項7に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体は、コンピュータに、対象となる画像領域内の特徴点を抽出する方法を実行させるためのプログラムを記録した、コンピュータ読取可能な記録媒体であって、プログラムは、対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備する処理を行うプログラム部分と、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分と、対象となる画像領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を対象となる画像領域の特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分とを含む。

【0025】閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量にしたがって特徴点を抽出するので、画素の値の全体的な値の傾向にかかわらず、特徴点を抽出できる。

【0026】請求項8に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体は、請求項7に記載の発明の構成に加えて、閉曲線は、画素を中心とし、画像領域の大き

さに応じて定められる半径を持つ円である。

【0027】円周上の画素の値の分布の波数成分は回転不変な量である。したがって、請求項7に記載の発明の効果に加えて、対象となる画像が回転していても特徴点の抽出を行うことができる。

【0028】請求項9に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体は、請求項7または請求項8に記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分は、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲む閉曲線上の各画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより特定の波数成分の相対的な量を求める処理を行うプログラム部分を含む。

【0029】離散フーリエ変換という、効率的な演算を行うことにより波数成分の相対的な量を求めることができる。したがって、請求項7または請求項8に記載の発明の効果に加えて、高速かつ効率的に特徴点を抽出できる。

【0030】請求項10に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体は、請求項7～請求項9のいずれかに記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分は波数2の成分である。

【0031】ある特徴点の周囲に、たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが生じるような画素の値の分布がある場合には、波数2の成分の相対的な量が多くなり、周囲との比較ではその特徴点は確実に局所最大値を示す。したがって、請求項7～請求項9のいずれかに記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点を確実に抽出することができる。

【0032】請求項11に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体のプログラムは、請求項10に記載の発明の構成に加えてさらに、特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分によって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む閉曲線上の各画素の値の分布曲線の、波数1の成分のスペクトルパワーと波数2の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値より小さいもののみを特徴点として選択する処理を行うプログラム部分を含む。

【0033】たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが生じるような画素の値の分布がある場合には、その周上での画素の値の分布が理想的に正弦カーブに近ければ近いほど、波数1の成分の相対的な量は小さくなり、波数2の成分の相対的な量は大きくなる。したがってその比が所定のしきい値よりも小さいほど、その点が上記した特徴を持つ特徴点である可能性が高い。したがって、請求項10に記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点をより確実に抽出することができる。

【0034】請求項12に記載の発明にかかるコンピュータ読取可能な記録媒体は、請求項7～請求項11のいずれかに記載の発明の構成に加えて、画像領域は、人間の顔領域であり、各画素の値は各画素の明度であり、画像領域の特徴点として抽出する処理を行うプログラム部分は、顔領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を顔領域内の眉間を表す点として抽出する処理を行うプログラム部分を含む。

【0035】人間の顔領域では、たとえば眉間のように周囲に明、暗の繰返しが生じる回数表れる部分がある。したがって、請求項7～請求項11に記載の発明の効果に加えて、人間の顔面の特徴点を、その周囲の画素の値の分布の波数成分に基づいて抽出できる。

【0036】請求項13に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、対象となる画像領域内の各画素の値のデジタルデータを準備するための手段と、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲むあらかじめ定められた閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段と、対象となる画像領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を対象となる画像領域の特徴点として抽出するための手段とを含む。

【0037】閉曲線上の画素の値の分布曲線が示す特定の波数成分の相対的な量にしたがって特徴点を抽出するので、画素の値の全体的な値の傾向にかかわらず、特徴点を抽出できる。

【0038】請求項14に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、請求項13に記載の発明の構成に加えて、閉曲線は、画素を中心とし、画像領域の大きさに応じて定められる半径を持つ円である。

【0039】円周上の画素の値の分布の波数成分は回転不変な量である。したがって、請求項13に記載の発明の効果に加えて、対象となる画像が回転していても特徴点の抽出を行うことができる。

【0040】請求項15に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、請求項13または請求項14に記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段は、対象となる画像領域内の画素の各々に対して、当該画素を囲む閉曲線上の各画素の値をサンプリング値として離散フーリエ変換を行うことにより特定の波数成分の相対的な量を求めるための手段を含む。

【0041】離散フーリエ変換という、効率的な演算を行うことにより波数成分の相対的な量を求めることができる。したがって、請求項13または請求項14に記載の発明の効果に加えて、高速かつ効率的に特徴点を抽出できる。

【0042】請求項16に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、請求項13～請求項15のいずれかに記載の発明の構成に加えて、特定の波数成分は波数2の成分である。



【0043】たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが2回出現するような画素の値の分布がある場合には、その周上での画素の値の分布が理想的に正弦カーブに近ければ近いほど、波数1の成分の相対的な量は小さくなり、波数2の成分の相対的な量は大きくなる。したがってその比が所定のしきい値よりも小さいほど、その点が上記した特徴を持つ特徴点である可能性が高い。したがって、請求項13～請求項15に記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点をより確実に抽出することができる。

【0044】請求項17に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、請求項16に記載の発明の構成に加えてさらに、特徴点として抽出するための手段によって抽出された複数の特徴点の候補のうち、当該候補点を囲む閉曲線上の各画素の値の分布曲線の、波数1の成分のスペクトルパワーと波数2の成分のスペクトルパワーとの比が所定のしきい値よりも小さいもののみを特徴点として選択するための手段を含む。

【0045】たとえば明度でいうと「明、暗、明、暗」のように「明と暗」の繰返しが2回出現するような画素の値の分布がある場合には、その周上での画素の値の分布が理想的に正弦カーブに近ければ近いほど、波数1の成分の相対的な量は小さくなり、波数2の成分の相対的な量は大きくなる。したがってその比が所定のしきい値よりも小さいほど、その点が上記した特徴を持つ特徴点である可能性が高い。したがって、請求項16に記載の発明の効果に加えて、周囲に2回の繰返しがある画素の値の分布を有する特徴点をより確実に抽出することができる。

【0046】請求項18に記載の発明にかかる画像特徴点抽出装置は、請求項13～請求項17のいずれかに記載の発明の構成に加えて、画像領域は、人間の顔領域であり、各画素の値は各画素の明度であり、画像領域の特徴点として抽出するための手段は、顔領域内で、特定の波数成分の相対的な量が局所的に最大を示す画素を顔領域内の眉間を表す点として抽出するための手段を含む。

【0047】人間の顔領域では、たとえば眉間のように周囲に明、暗の繰返しが所定回数表れる部分がある。したがって、請求項13～請求項17に記載の発明の効果に加えて、人間の顔面の特徴点を、その周囲の画素の値の分布の波数成分に基づいて抽出できる。

【0048】

【発明の実施の形態】〔ハードウェア構成〕以下、本発明の実施の形態1にかかる画像特徴点抽出装置について説明する。この画像特徴点抽出装置は、パーソナルコンピュータまたはワークステーション等、コンピュータ上で実行されるソフトウェアにより実現されるものであって、人物の顔の映像から、目の位置を検出するためのものである。図1に、この画像特徴点抽出装置の外観を示

す。

【0049】図1を参照してこのシステム20は、CD-ROM (Compact Disc Read-Only Memory) ドライブ50およびFD (Flexible Disk) ドライブ52を備えたコンピュータ本体40と、コンピュータ本体40に接続された表示装置としてのディスプレイ42と、同じくコンピュータ本体40に接続された入力装置としてのキーボード46およびマウス48と、コンピュータ本体40に接続された、画像を取込むためのカメラ30とを含む。この実施の形態の装置では、カメラ30としてはCCD (固体撮像素子) を含むビデオカメラを用い、カメラ30の前にいてこのシステム20を操作する人物の目の位置を検出する処理を行うものとする。

【0050】図2に、このシステム20の構成をブロック図形式で示す。図3に示されるようにこのシステム20を構成するコンピュータ本体40は、CD-ROMドライブ50およびFDドライブ52に加えて、それぞれバス66に接続されたCPU (Central Processing Unit) 56と、ROM (Read Only Memory) 58と、RAM (Random Access Memory) 60と、ハードディスク54と、カメラ30からの画像を取込むための画像取込装置68とを含んでいる。CD-ROMドライブ50にはCD-ROM 62が装着される。FDドライブ52にはFD 64が装着される。

【0051】既に述べたようにこの画像特徴点抽出装置の主要部は、コンピュータハードウェアと、CPU 56により実行されるソフトウェアとにより実現される。一般的にこうしたソフトウェアはCD-ROM 62、FD 64等の記憶媒体に格納されて流通し、CD-ROMドライブ50またはFDドライブ52等により記憶媒体から読取られてハードディスク54に一旦格納される。または、当該装置がネットワークに接続されている場合には、ネットワーク上のサーバから一旦ハードディスク54にコピーされる。そうしてさらにハードディスク54からRAM 60に読出されてCPU 56により実行される。なお、ネットワーク接続されている場合には、ハードディスク54に格納することなくRAM 60に直接ロードして実行するようにしてもよい。

【0052】図1および図2に示したコンピュータのハードウェア自体およびその動作原理は一般的なものである。したがって、本発明の最も本質的な部分はFDドライブ52、FD 64、ハードディスク54等の記憶媒体に記憶されたソフトウェアである。

【0053】なお、最近の一般的傾向として、コンピュータのオペレーティングシステムの一部として様々なプログラムモジュールを用意しておき、アプリケーションプログラムはこれらモジュールを所定の配列で必要な時に呼び出して処理を進める方式が一般的である。そうした場合、当該画像特徴点抽出装置を実現するためのソフトウェア自体にはそうしたモジュールは含まれず、当該



コンピュータでオペレーティングシステムと協働してはじめて画像特徴点抽出装置が実現することになる。しかし、一般的なプラットフォームを使用する限り、そうしたモジュールを含ませたソフトウェアを流通させる必要はなく、それらモジュールを含まないソフトウェア自体およびそれらソフトウェアを記録した記録媒体（およびそれらソフトウェアがネットワーク上を流通する場合のデータ信号）が実施の形態を構成すると考えることができる。

【基本的原理】図3を参照して、本実施の形態の装置では、人物の顔の中で、両目の間に位置する眉間（以下の説明では両眼の中心を結んだ線分の中央の位置を「眉間」と呼ぶこととする。）に着目する。眉間を以下「BEP」（Between-Eyes-Point）と呼ぶ。

【0054】図3（a）に示すように、人物の顔画像において、眉間を中心としてある半径の円を描き、その円周に沿った各画素の明度を調べる。するとその結果は概略図3（b）に示したようになる。図3（b）において、横軸は円周方向の各画素の位置、縦軸は各画素の明度をそれぞれ示す。なお、図3（a）に示される円周の最も上部を図3（b）の横軸の原点とし、図3（a）の円周を逆時計回り方向に回る方向に沿って図3（b）のグラフでは横軸に各画素を並べるものとする。

【0055】図3（b）を参照すると、このグラフは、頂点、谷、頂点、谷という「頂点と谷」の2回の繰り返しの形成していることが分かる。この意味は、図3

（a）に示される顔画像を参照すると明らかである。すなわち、人間の顔画像では、眉間を中心として上記した円周上をたどると、最初は額（明度が高い）、次に右目（明度が低い）、次に鼻（明度が高い）、次に左目（明度が低い）、最後に最初の額（明度が高い）というように、明るい部分と暗い部分とが交互に2回繰返されている。顔画像の中では、こうした特徴を最も示すのは眉間であり、他の部分はこうした特徴はあまり示さず、あっても眉間より小さい。

【0056】そこで本実施の形態の装置では、眉間の周囲にはこうした明度の分布が存在すると想定して以下に「リングDFT（離散フーリエ変換）フィルタ」と呼ぶフィルタによるフィルタリングを行うことによって最初にBEPを検出し、しかる後にそのBEPを基準として眉間の両側の目の位置を検出する。なお、実施の形態1で用いられるリングDFT変換については後述する。

【0057】本実施の形態の装置は、以下のような制御構造を有するソフトウェアを用いて目の位置を検出しトラッキングする。

【0058】図4を参照して、まずイメージを取得する（ステップ80）。ここでは、図1および図2に示したカメラ30から得た1フレームの画像を画像取込装置68でデジタル変換して画像取込装置68内の画像メモリ

に格納し、この画像に対して以下のような処理をするものとする。連続的に処理する場合、カメラ30から得た画像の各フレームに対して以下の処理を繰返す。

【0059】すなわち、ステップ82で、1フレーム分の画像データのうちから、前述したリングDFTフィルタを用いて眉間の候補点を抽出する。この処理については図5を参照して後述する。

【0060】次に、装置の動作モードが探索モードとトラッキングモードとのいずれであるかを判定する（ステップ84）。探索モードとは、目の位置をトラッキング（追跡）する処理の前提として、目の位置を最初に決定するためのモードである。トラッキングモードとは、こうして一旦決定された目の位置の近傍のみ処理することによって目の位置の変動に追従して目の位置を常に把握しておくための動作モードである。この処理の最初にはまだ目の位置が定まっていないので、動作モードは探索モードに設定される。したがって以下ではまず探索モードでの処理について説明し、その後にトラッキングモードでの処理について説明する。

【0061】探索モードでは、ステップ82で抽出された眉間の候補点（一般的には複数個である）のうちで、その両側の対称な位置に2ヶ所だけ暗い領域（目に対応）があるという条件を満足するものを探す。眉間の候補点のうち、この条件を充足しないものはここで不採用となる。

【0062】ステップ88で、ステップ86の処理の結果得られた目が一對のみか否か（すなわち眉間がただ1点のみ検出されたか否か）が判定される。一對のみ得られた場合には、以後の動作モードをトラッキングモードにする処理が行われ（ステップ90）、その目の近傍の領域をテンプレートとして保存する（ステップ98）。そして、決定された眉間（または目）の位置を出力し（ステップ100）処理はステップ80に戻る。以後新たなフレームデータに対して上述した処理を繰返す。ただし以後の動作モードはトラッキングモードとなる。

【0063】一方、ステップ88の処理で一對を越える数の目が検出された場合には処理はステップ80にもどり、以後新たなフレームに対して上述した処理を繰返す。ただしこの場合には動作モードは依然として探索モードである。

【0064】一旦処理がトラッキングモードとなると、ステップ84の判定の結果制御はステップ92に進む。なおこれに先立つステップ82の処理では、その直前に得られたBEPの近傍のみを処理対象とすることで、候補点の抽出処理と、以後の処理とをいずれも高速化できる。ステップ92では、ステップ98で保存されたテンプレート（前フレームでのBEP）と、次のフレームでのBEPの候補点の全てとの間でマッチングがとられる。そして、最もよい一致を与えたものが唯一のBEPの候補点となる。

13

【0065】ステップ94では、ステップ92で最もよい一致を与えたBEPの候補点とテンプレートとの相違が所定のしきい値以上であるか否かが判定される。仮に最もよい一致を与えたとしても、直前フレームにおけるBEPとの相違があまりに大きい場合にはその候補点をBEPとして決定することは不適当なことが多い。このステップでの処理はそうした不適当なBEPを排除するための処理である。

【0066】ステップ94で相違が所定のしきい値を越える（または所定のしきい値以上である）と判定されれば、ステップ96で動作モードを探索モードに設定し処理はステップ86に進む。以後の処理については探索モードに関して既に説明した通りである。

【0067】ステップ94で相違が所定のしきい値以下である（または所定のしきい値未満である）と判定されれば、この候補点が前フレームから引続いてトラッキングされているBEPであると決定され、このBEPに応じた新たなテンプレートが保存される（ステップ98）。そしてこのBEPまたはその両側の目の位置を出し（ステップ100）制御はステップ80に戻る。以後の処理については既に説明したとおりである。[リングDFTフィルタを用いた候補点の抽出]さて、ステップ82で行われる眉間の候補点の抽出において、前述したリングDFTフィルタが用いられている。以後ステップ82の処理について図5を参照して説明する。

【0068】まず、ステップ110で、図6(a)に示されるような処理対象の画像の平滑化および縦横方向の1/2縮小処理が行われ、図6(b)に示されるような画像を得る。実験ではたとえば対象点となる画素の周囲の5×5個の画素の明度を平均化してその画素の明度とし、このとき対象点の選択により画像の縮小も同時に行った。平滑化は、画像に含まれているノイズ（比較的高周波成分が多い）を除去するためのものである。特に、人間のBEPの検出では、後述するように波数2のスペクトルパワー成分を計算するので、この平滑化によって、以後の処理で必要とされる情報が削除されるおそれはない。またこの処理で画素数を1/4に削減することにより、処理の高速化を図ることができる。ただし、十分高速なプロセッサを用いた場合にはあえて画素数を削減する必要はないかも知れない。また、より低速なプロセッサを用いる場合には、より小さな画像に縮小する（画素数を少なくする）ことが必要となろう。ただしあまりに画像を縮小すると解像度が下がる結果、BEPの検出の精度が低下するおそれがあるので、実験により適当な解像度を選択することも有用である。

【0069】続いて、こうして得られた画像から、対象となる人物の頭部領域を推定する処理が行われる（ステップ112）。この処理には、前述したとおりカラー情報を用い、肌色の領域を追跡するアルゴリズムを用いたり、前フレームと現フレームとの差分から、2フレーム

14

間で移動したと思われる領域を抽出しこれを頭部領域と推定するアルゴリズムを用いたりすることができる。本実施の形態では、フレーム間の差分を用いる。またここで推定される領域はどのような形状の領域でもよいが、領域計算の簡便さを考えると矩形領域が適切である。ただし、条件によっては別の形状を用いた方が効率のよい場合もあるであろう。なお、頭部がほとんど移動していない場合にはフレーム間差分が得られない。その場合には、頭部が移動していないと想定して直前の処理で推定された頭部領域を使用する。

【0070】次に、こうして得られた頭部領域の範囲内で、リングDFTフィルタを用いたフィルタリングを行う。具体的には、たとえば頭部領域の左上の画素から順に、その画素を中心とする、図7に示されるような所定の大きさの円上の周上の画素に対して以下の計算を行う。

【0071】

【数1】

$$F_2 = \sum_{k=0}^{N-1} f_k e^{2\pi i k \times 2/N} \quad (1)$$

【0072】ただしこの式で、Nは円周上の点の数であり、kはこの円周上の点のうち最も上にある（「北極」に相当する位置）点を0として、逆時計周りに順に各点にふられた番号である。また $f_k$ （ $k=0, \dots, N-1$ ）は円周上のk番目の画素の明度で、 $i$ は虚数単位である。この式（1）は、次に示す一般的な離散フーリエ変換によって求められるDFT係数の $n=2$ の場合である。

【0073】

【数2】

$$F_n = \sum_{k=0}^{N-1} f_k e^{2\pi i k n / N} \quad (2)$$

【0074】式（1）に示す変換により、上記した円周上の明度の変動波形（図3(b)参照）に含まれる波数2のスペクトルパワー成分が計算される。本実施の形態では円の半径を7画素、 $N=36$ として計算した。なお、人物とカメラとの間の距離に応じて顔領域の大きさは変化するから、そうした距離の変化量が多いと考えられる場合には、既に得られた顔領域の概略の大きさに合わせて円の半径を変化させることでより精度が高くなる。ただし、人物がほとんどそうした移動を行わないことがわかっているならば、半径をあらかじめ固定しておいてもよい。

【0075】この計算により、頭部領域のすべての画素について、その画素を中心とする円周上の波数2のスペクトルパワーの値が計算される。その値に応じた明度を各画素に割り振って新たな画像としたものの例を図8(b)に示す。図8(b)を参照すればわかるように、

各画素に対して上記した計算を行った結果得られる値の分布中には、特に値の高い部分が存在する。それら部分は、その周囲の円周上に上記したような波数2の波数成分が多く存在するものと考えられる。したがってそれらはBEPとしての候補点としての資格を備えている。このように、画像上の各対象点を中心とする、典型的には円となる閉曲線上をたどり、その上での画素の値（明度に限らず色相、彩度等をも含む）に対してDFTを行うことにより図8（b）のような情報を得ることを本願発明では「リングDFTフィルタによるフィルタリング」と呼んでいる。

【0076】こうして得られた図8（b）に示されるような値の分布から、局所的な最大値を示す点を選んでBEPの候補点とする（ステップ116）。検出された候補点の例を図8（a）に示す。この例では27個の候補点検出されている。ここで注意すべきなのは、この27個の中に真のBEPが含まれているということである。前述したとおり真のBEPの周囲にはほぼまちがひなく明、暗、明、暗という領域の分布がある。したがってステップ114の処理の結果、ほぼ間違いなく真のBEPは局所的な最大値を示し、その結果ステップ116ではほぼ例外なく候補点として抽出される。このようにロバストに、ほぼ確実に真のBEPが抽出されるのがこの方式の特徴である。なお、選択のためのしきい値は、対象となる画像の持つべき特徴に応じて主として経験的に定められる。

【0077】続いてステップ118で、複数個の局所最大値のうちで、BEPに特徴的な局所特徴を考慮して、BEPの候補を絞る処理が行われる。

【0078】たとえば実際のBEPでは、その上（額）と下（鼻）とに明るい領域があり、その左右（両眼）に暗い領域が存在するはずである。したがって式（1）の計算結果は必ず実部が正となるはずである。正でない実部を生ずるものはBEPではなく、候補から除外される。

【0079】また、同じ理由から、真のBEPを中心とした画像を縦方向および横方向に投影した画像を考えると、次のようなことがいえる。図9を参照して、明暗の分布は、（a）に示すように上下方向では中央が最も暗く、左右方向では中央は最も明るい。またその分布は中央を中心としてほぼ対称となるべきである。そこで、複数個の候補点が存在する場合、これと同様の縦方向および横方向の投影を作成し、上記した条件に合致しないものを不採用とする。

【0080】また別の基準として、BEP候補点を中心とする小領域の明るさの重心を計算し、その重心とBEP候補点との距離がしきい値を越えていればそのBEP候補点を除外する。

【0081】さらに、リングDFTフィルタの以下のような特徴を用いて候補点を絞ることができる。すなわ

ち、上記したF<sub>n</sub>の一般式（式（2））において、n=1として各画素でF<sub>1</sub>を計算する。そして、各画素で得られたF<sub>2</sub>との比（F<sub>1</sub>/F<sub>2</sub>）を計算し、この値が小さいほど真のBEPである確率が高い、という基準を用いる。この値は、次の理由により、ある画素を中心とする円上の明暗の分布が理想的な制限カーブにどの程度合致しているか（どの程度離反しているか）を示す基準となりうると考えられる。

【0082】式（2）でn=1、2、…として計算された値はそれぞれ、円周上において波数が1、2、…である波数成分のスペクトルパワーを示す。もし円周上の明暗の分布が理想的にn=2のときの正弦カーブと一致しているときには、2以外のnに対してF<sub>n</sub>=0となる筈である。もちろん、実際には明暗の分布が正弦カーブと一致することはないが、それでも理想的な正弦カーブに近ければF<sub>1</sub>は小さな値となり、F<sub>2</sub>は相対的に大きな値となるであろう。そこで、上記したF<sub>1</sub>/F<sub>2</sub>が小さければ、対象画素の周囲の明暗分布は実際のBEPの周りの明暗分布に近く、大きければ遠い、と考えることができる。これがF<sub>1</sub>/F<sub>2</sub>が尺度として利用できる理由である。

【0083】なお、F<sub>3</sub>、F<sub>4</sub>等についてもF<sub>1</sub>と同様に理想的な明暗の分布では0となるはずである。そこでF<sub>3</sub>/F<sub>2</sub>、F<sub>4</sub>/F<sub>2</sub>等を基準とすることも考えられる。しかしこれらはより高い波数成分の量を示し、そのためにノイズの影響を受けやすいので、F<sub>1</sub>/F<sub>2</sub>を用いた場合よりも結果の信頼性は低い。

【0084】以下、図4のステップ86、88によってこのBEPが真のBEPであるか否かが検定される。図10に、その結果を示す。この例では、BEPの候補として複数個が残った（「\*」の印）が、それらのうち目と考えられる領域（「+」の印）が両側に対称的に存在しているのは中央の「×」印の点、すなわち真のBEPのみである。こうして真のBEPが決定される。

【0085】以上のようにこの実施の形態のシステムでは、リングDFTフィルタを用いてBEPの検出を行った。リングDFTフィルタは、画像のうちの明暗の分布内に存在する波数成分のみからBEP等の特徴点の抽出を行う。そのため、画像の全体的な明るさの変動による影響を受けにくいという特徴がある。また、顔がやや傾けられている場合にも、ある点の周囲の明るさの分布内の波数成分は画像の回転に対し不変である。そのため上記した手法を用いると、回転に強い特徴点の抽出を実現することができる。これは顔をやや横に向けた場合も同様である。両眼がギリギリで見える程度の顔を横に向けたとしても、両眼が画像中に存在している限りは依然として上記した明暗の配置が眉間の周囲に存在しているので、上で説明した手法を用いてほぼ確実にBEPを抽出することができる。また、対象となる人物が目を閉じていても、依然としてその領域は額、鼻と比較して暗いた

め、上記した手法でほぼ確実にBEPを検出することができる。したがって、高い信頼性でBEPを、さらにはその両側の目の位置を検出することができる。

【0086】さらに、上記した特徴点の抽出方法および装置が顔の特徴点の抽出のみに利用可能である、というわけではないことは当業者には明白であろう。すでに説明したように、上記したリングDFTフィルタは、ある画素を中心とする円上の明暗の分布の波数成分を計算することにより、特定の明暗の分布と合致する点を特徴点として抽出する。したがって、たとえば移動する物体（商品、自動車、建築資材）等を自動的に認識し管理する場合において、その姿勢を認識するために、あらかじめそれら物体の特定箇所に特定のマークを付しておき、上記した特徴点抽出を行うことにより、それら物体の位置および姿勢等を認識することができる。このとき使用されるマークは、ある点を中心としてその周囲に特定の明暗（または色彩）の分布があるものを使用すればよい。また、このとき検出すべき波数成分は2には限定されず、マークの形状（模様）内に存在する明暗の繰返し数に応じた波数成分を検出するようにすればよい。

【0087】またさらに、上記した例では各画素を中心とする円周上の点についてDFT係数を計算した。しかし本発明は、円周上の点についてのみ適用可能であるというわけではない。あらかじめ特徴点として抽出されるべき点と所定の位置関係にある閉曲線であって、その周上の明暗のあるべき分布が分かっているのであれば、他のどのような閉曲線上で上記した計算を行ってもよい。もっとも、回転に対してロバストな結果を与えるのは円のときであるから、円が最適となることが多いであろう。

【0088】さらにまた、上記した実施の形態では各画素を中心とする一つの円周上での明暗分布中の波数成分を利用したが、使用される円の数が1に限定されるわけではないことも当業者には明らかであろう。たとえば抽出すべき特徴点の周囲で、中心から異なった距離の領域では異なった明暗の分布が存在すべきことがあらかじめ判明しているのであれば、それに応じて複数の円周（または閉曲線）上でそれぞれ上記した計算を行い、両者の計算の結果を総合して特徴点を抽出してもよい。

【0089】また、上記した例では波数成分の計算のためにDFTを使用した。DFTを用いることが最も効率のよいとは考えられるが、上記した例で必要な関数は、周

上の明暗分布内の波数成分を抽出することさえできればよい。したがって、使用できる手法はDFTに限定されるわけではなく、一般的なフーリエ変換を含め、波数成分の抽出のための関数のいずれもが使用可能であることもまた当業者には明白であろう。

【0090】さらに、上記した実施の形態では、リングDFTフィルタの処理対象は画素の明度であった。しかし本発明の適用可能な対象はこれには限定されない。たとえば各画素の色相、彩度等の値に対してリングDFTフィルタによるフィルタリングを行ってもよい。また、検出すべき特徴点のもつべき性質に応じて、各画素の明度、色相、彩度などの値に対して所定の演算を施した値をフィルタリングの対象とすることも考えられる。

【0091】今回開示された実施の形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

#### 20 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の1実施の形態にかかるシステムの外觀図である。

【図2】 本発明の1実施の形態にかかるシステムのハードウェア的構成を示すブロック図である。

【図3】 本発明の原理を説明するための図である。

【図4】 本発明の実施の形態1にかかるシステムで実行される処理のフローチャートである。

【図5】 画像データから眉間の候補点を抽出する処理のフローチャートである。

30 【図6】 平滑化／縮小前後の画像を示す図である。

【図7】 リングDFTフィルタの計算経路を示す図である。

【図8】 リングDFTフィルタによる眉間の候補点の抽出処理の結果を示す図である。

【図9】 眉間の局所的特徴を説明するための模式図である。

【図10】 眉間の検定結果を示す図である。

#### 【符号の説明】

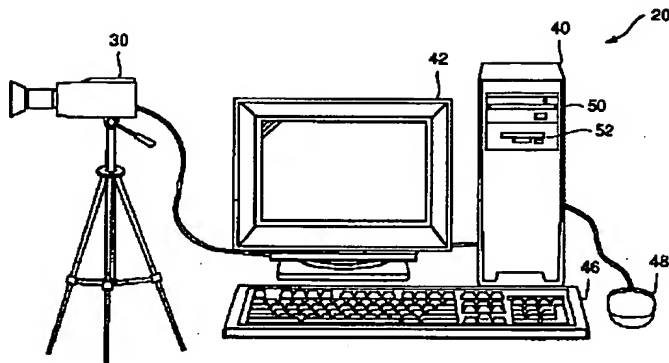
20 画像特徴点抽出装置

30 カメラ

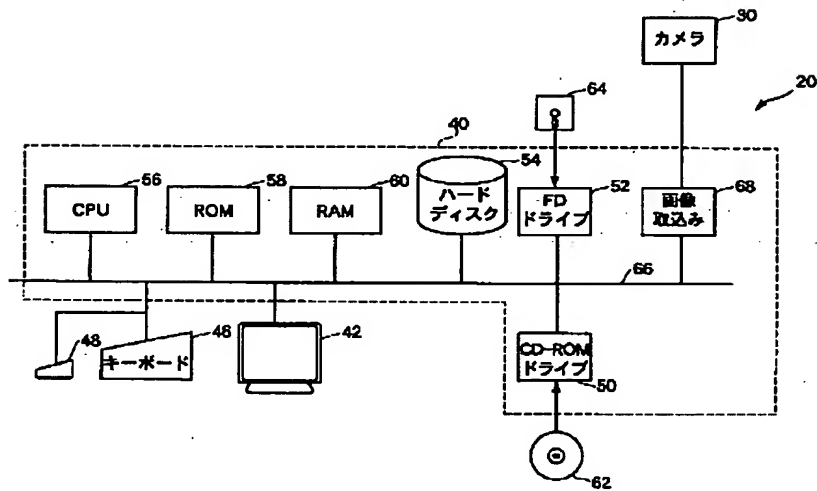
40 コンピュータ本体

42 モニタ

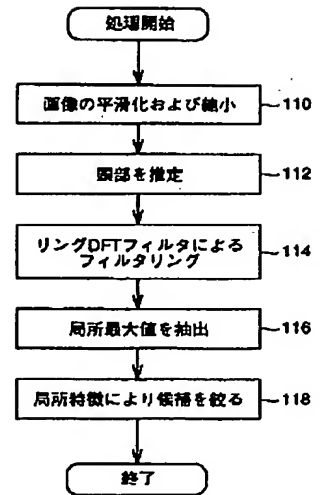
【図 1】



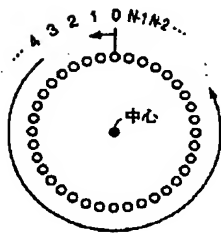
【図 2】



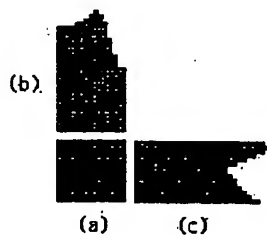
【図 5】



【図 7】



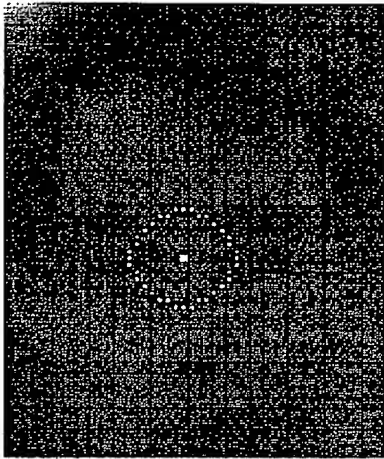
【図 9】



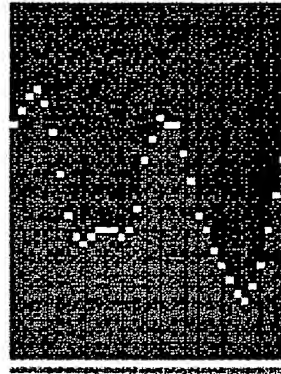
【図 10】



【図 3】

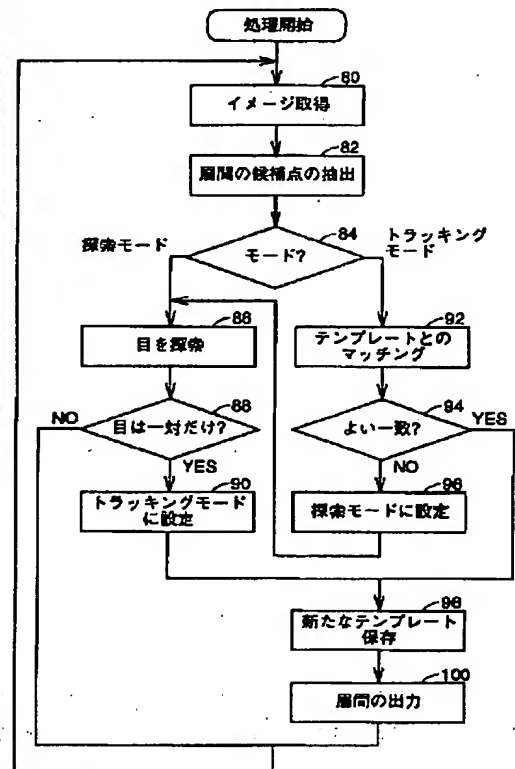


(a)



(b)

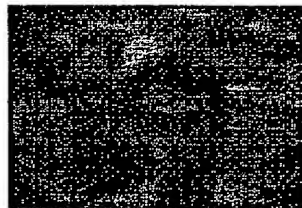
【図 4】



【図 6】

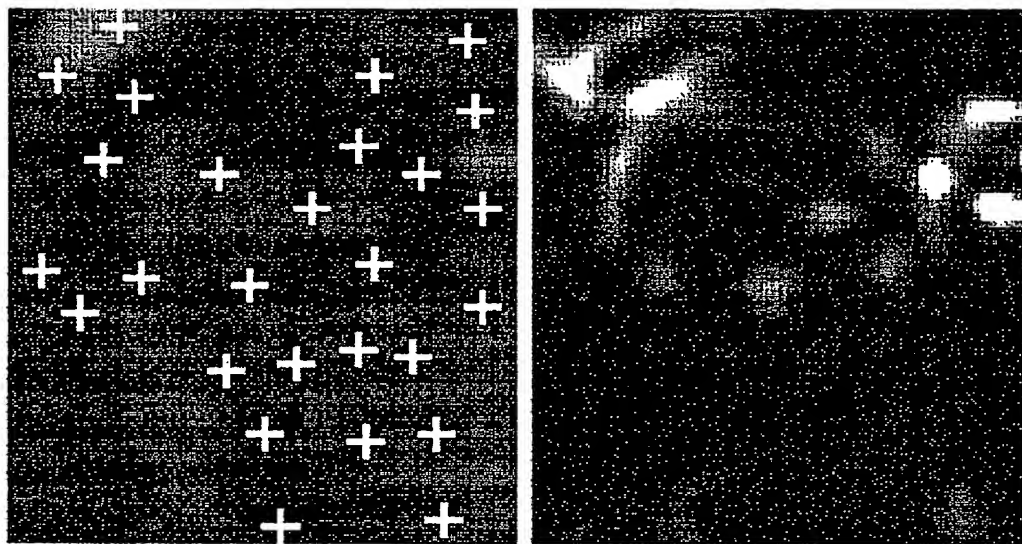


(a)



(b)

【図 8】



(a)

(b)